Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. Egger)

Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Ausscheidung einiger Harnbestandteile.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
UNIVERSITÄT BASEL
vorgelegt von

Leo Glückmann
aus Riga (Lettland)

Imp. Schneider - St-Louis - 1929

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. Egger)

Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Ausscheidung einiger Harnbestandteile.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
UNIVERSITÄT BASEL
vorgelegt von

Leo Glückmann
aus Riga (Lettland)

Imp. Schneider - St-Louis - 1929

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt
auf Antrag von
Prof. A. GIGON

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Vom 2. Juli 1928.
Prof. Brückner
Dr. Dekan

Versuche über den Einfluss des Lichtes auf die Ausscheidung einiger Harnbestandteile.

Obwohl man dem Licht einen grossen Einfluss auf die Stoffwechselvorgänge im Organismus zuschreibt, sind bisher nur wenige Untersuchungen darüber durchgeführt worden. In Anbetracht der grossen Bedeutung des Lichtes für die physiologischen und pathologischen Vorgänge im Organismus erschien es uns wertvoll. experimentell die Wirkung des Tageslichtes und der Dunkelheit auf die Ausscheidung des N, NH_3 und des Cl im Harn zu prüfen. Diese Untersuchungen wurden am Kaninchen ausgeführt. Zugleich wurde bei denselben Tieren von L. Seidenberg der Blutzucker und der Chlorgehalt des Blutes untersucht.

Wir müssen aus den grossen therapeutischen Erfolgen der Sonnenbestrahlung, des Quarzlampenlichtes u. s. w. schliessen, dass gewisse Stoffwechselvorgänge lichtempfindlich sind. Die einziger Untersuchungen, die bisher durchgeführt wurden, betrafen die Wirkung der Höhensonne, sowohl der natürlichen im Hochgebirge, als auch der „künstlichen". Man nimmt an, dass die ultravioletten Strahlen dabei die grössere Rolle spielen, wie überhaupt diese den Chemismus von Stoffen bekanntlich weitgehend zu beeinflussen vermögen.

Dieses Gebiet betreffende Literatur erwähne ich, die Arbeiten von Moleschott und von Moleschott Fubini, als die Wichtigsten.

Moleschott fand, dass Frösche im Lichte mehr Kohlensäure abgeben, als im Dunkeln. Aus den Versuchen Fubini's an Fröschen, denen die Lunge entfernt wurde, geht hervor, dass die Mittelwerte der ausgeschiedenen Kohlensäure im Dunkeln und im Hellen sich wie 100 : 134 verhielten (gleichzeitig hiermit zeigte er, dass bei den Amphibien die Perspiration bei weitem grösser ist als die Lungenatmung; der Versuch wurde von Fubini angestellt, um den Anteil der Kohlensäure zu ermitteln, der durch die Haut unter dem Einfluss von Licht und Dunkelheit ausgeschieden wird). Um weiter festzustellen, ob das Licht auf die Kohlensäureausscheidung nur durch das Auge, oder auch durch Ver-

mittlung der Haut einwirkt, um ferner den Einfluss farbigen Lichtes kennen zu lernen, stellten Moleschott und Fubini ausgedehnte Versuche an, bei denen sich bezüglich der ersten Frage herausstellte, dass Tiere, denen die Augen entfernt waren, auch in diesem Falle, wenn schon in geringerem Grade, als dies bei ungeblendeten Tieren der Fall ist, mehr Kohlensäure im Licht ausschieden, als im Dunkeln.

Als einziger Autor fand Speck keine Differenz in der CO_2-Ausscheidung von Licht und Dunkelheit.

Sehr wertvoll sind die Untersuchungen von Graffenberger, Dieser Autor stellte fest, dass das Licht auf den Stickstoff-Umsatz des tierischen Organismus ohne erheblichen Einfluss ist, dass also mit der Erhöhung der Kohlensäureausscheidung eine Steigerung des Eiweisstoffwechsels nicht, oder nur in geringem Masse verbunden zu sein scheint. Dagegen wird nach Graffenberger der Fettansat durch Dunkelheit befördert.

In der neueren Litteratur wird hauptsächlich die Wirkung der ultravioletten Strahlen untersucht, welche die Eigenschaften der Höhensonne und der Quarzlampen bedingen.

Länger dauernde Versuche habe ich in der Literatur der letzten Jahre über den N-Umsatz nicht gefunden. Kürzlich erschien eine interessante Arbeit von J. Achelis, welche zu folgenden Ergebnissen führte

Achelis konnte den Beweis bringen, dass Eingriffe am Zentralnervensystem auch nach Abtrennung vom Rückenmark die Erregbarkeit der peripheren Nerven steigere. Er konnte ferner festellen, dass diese Wirkung vom Auge ausgeht. Dieser Versuch gelingt aber an dunkel adaptierten Fröschen nicht, die Tiere müssen vor dem Versuch einige Zeit wach im Hellen gehalten werden, sonst hat die Entfernung des Auges keine Wirkung. Weiter wurde konstatiert, dass Reizung des Grenzstranges und der Rami communicantes eine Steigerung der Erregbarkeit des Nerv. ischiadicus auslöst. Umgekehrt wird bei Durchschneidung der Rami communicantes die Erregbarkeit der peripheren motorischen Nerven herabgesetzt Trat zur Dekapitation noch Durchschneidung des Sympathicus, so war die erregbarkeitssteigernde Wirkung viel schwächer. Die Blendung scheint demnach die erregbarkeitssteigernde Wirkung des Sympathicus zu fordern. Das periphere Neuron steht nach diesen Befunden beim Hellfrosch unter einem dop-

pelten antagonistische,n umstimmenden Einfluss, unter einem hemmenden vom Opticus und einem fördernden vom Sympathicus aus.

Im Zusammenhang mit den Versuchen Seidenberg's habe ich bei den gleichen Versuchstieren den Harn quantitativ untersucht. Der Harn wurde quantitativ in einem trichterförmigen Gefäss, das Toluol enthielt, gesammelt und mindestens die 48 stündigen Harnmengen untersucht. Wo das Volum der Harnmenge für alle Untersuchungen nicht genügte, habe ich mit destilliertem Wasser den Gesamtharn auf 100 ccm verdünnt.

Die Tiere befanden sich im Stoffwechselkäfig und blieben während der ganzen Zeit der im Dunkeln vorgenommenen Versuche in einem Raum, der beinahe vollkommen dunkel gemacht werden konnte. Nur kleine Lichtspalten in Fenster und Türe liessen sich nicht vermeiden. Die Tiere wurden abwechselnd bald im Dunkeln und im hellen Zimmer tage — bis wochenlang gehalten. Sie kamen nie während der Dunkelversuche aus dem Dunkelzimmer heraus. Für die Fütterung, das Reinigen der Käfige, das Entfernen des Harns, die Blutproben, wurde das Dunkelzimmer vorübergehend mit dunkelrotem Licht erleuchtet. Die Lüftung des Zimmers geschah bei Nacht. Das Futter bestand stets aus Zuckerrüben und Hafer. Die Tiere wurden genau gewogen. Die genaueren Resultate werden von Seidenberg mitgeteilt. Es sei hier erwähnt, dass die Tiere im Dunkeln an Gewicht zunahmen. Es handelte sich nicht um Hungertiere, sondern um gesunde und gut erhaltene Kaninchen.

Zwecks Prüfung der Verarbeitung von Kohlenhydraten wurden subcutane Zuckerinjectionen und Fütterung mit Zucker vorgenommen.

Methodik.

Die Bestimmung des NH_3 geschah nach Folin.

25 ccm Harn werden in einen Glasszylinder pipettiert und 10 gr. NaCl und 1 gr. Soda zugefügt. Mittels einer an der Wasserleitung angebrachten Saugpumpe wird ein äusserst starker Luftstrom eine Stunde lang durch den Harn getrieben, wodurch alles NH_3 in einem Glasszylinder, in welchem sich 10 ccm n/10 Schwefelsäure und 25-30 ccm H_2O befinden, aufgefangen wird. Nach beendigter Destilla-

tion werden dem Zylinder mit der Titriersäure 2-3 Tropfen Methylrotlösung zugesetzt und mit n/10 Natronlauge zurücktitriert Die Differenz Zwischen dem Volumen der zugesetzten Schwefelsäure und dem der verbrauchten Natronlauge mit 1,7 multipliziert, entspricht der in der Vorlage enthaltenen NH_3-Menge in mg.

Die N-Bestimmungen sind nach der bekannten Kjehldal'schen Methode ausgefuhrt worden. Die Chloride wurden nach Volhard bestimmt.

In einem 100 ccm-Messkolben werden 10 ccm Harn, 1 ccm 25 %ige Salpetersäure und 2 ccm Eisenammoniakalaun (33 %ig) gegeben. Dann lässt man Silbernitratlösung zufliessen, bis keine Fällung mehr entsteht. Man füllt nun den Kolben mit destilliertem Wasser bis zur Marke und filtriert die Flüssigkeit. In 50 ccm des Filtrates wird darauf der Ueberschuss an Silber durch Titration mit einer Rhodanamoniumlösung bestimmt.

Ergebnisse.

Wir haben in folgender Tabelle die durchschnittliche Harnmenge pro Tag angegeben:

	I. Tier	II. Tier	III Tier	
I. Periode	39,75	30,89	103	Im Hellen gehalt. Tiere
III. Periode	41,25	58,3	159	
II. Periode	58	52	140	Im Dunkeln gehalt. Tiere
IV. Periode	116	87	143	

Aus der Tabelle ist klar ersichtlich, dass bei den Perioden im Dunkelzimmer bei allen 3 Versuchstieren ein deutliches Ansteigen der H_2O-Ausscheidung stattfindet. Die Zunahme ist bei allen Tieren und in allen Perioden deutlich; eine einzige Aussnahme bildet das Tier III, bei welchem in der III. Periode (heller Raum) die Harnmenge deutlich diejenige der Dunkeltiere übertrifft.

Wir haben unsere Ergebnisse in folgenden Tabellen zusammengestellt. Die NH_3-, wie auch Cl- und N-Werte sind auf 24 Stunden berechnet. Die nach 24 Stunden und 48 Stunden gewonnenen Zahlen wurden in 4tägige Perioden addiert und durch 4 dividiert.

Die Schwankungen des NH_3 sind zuweilen recht gross, sowohl beim einzelnen Tier, wie auch bei den verschiedenen Tieren. Z. B. hat Tier I in der I Periode (heller Raum) min: 0,25; max: 4.29 Der Mittelwert bei diesem Tier beträgt 1,32, das Tier III in derselben Periode zeigt einen Mittelwert von 4.23 u. s. w.

Einwandfrei scheint aber aus unseren Versuchen hervorzugehen, dass bei Dunkeltieren der NH_3-Gehalt im Harn deutlich höher ist als bei Tageslichttieren.

In Bezug auf den Gehalt von Cl und N jedoch, konnten wir keinen nennenswerten Einfluss des Lichtes feststellen: sowohl bei den im Dunkeln als auch in Hellen gehaltenen Tieren schwankt der Cl- bzw N-Index im Harn von 19,6 bis 21, 2 bzw. 1,230 bis 1.360. Nicht publizierte Versuche von A Gigon finden ebenfalls, dass der N- und Cl-Gehalt des Blutes von der Belichtung unabhängig ist.

Was die Zuckerfütterung per os betrifft, so übt sie keinerlei Einfluss auf den Gehalt des Harnes an NH_3, N und Cl aus Die Injection von 10 ccm einer 40%igen Zuckerlösung bewirkt in den ersten 24 Stunden keine deutliche Steigerung, dagegen tritt am 2ten Tag nach der Zuckerinjection regelmässig eine deutliche Steigerung des NH_3 ein. So betrug z. b. bei Tier I in der ersten Periode (heller Raum) der NH_3-Gehalt des Harns vor der Zuckerinjection 1,22, nach der Injection 4,24 mgr (nach 48 Stunden), jedoch sowohl im Hellen wie im Dunkeln Der N-Gehalt steigt nach Injectionen im Hellen deutlich an; im Dunkeln sind Schwankungen zu verzeichnen, die jedoch keinen präzisen Schluss ermöglichen. Näheres ist aus der beigefügten Tabelle zu ersehen.

I. PERIODE

Im Hellen gehaltene Tiere : NH_3 mgr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	NH_3mgr	Tag	NH_3mgr	Tag	NH_3mgr
1—4	2,38	1— 4	0,27	1—4	1,14
5—8	1,14	5— 8	0,64	5—8	7,32
9—12	1,05	9—12	0,26		
13—16	1,23	13—16	0,91		
17—20	1,19	17—20	0,55		
21—24	0,93	21—24	0,60		
		25—38	0,89		
min.; 0,25		min : 0,16		min.; 0,67	
Mittelwert 1,32		Mittelwert: 0,58		Mittelwert: 4'23	
max.; 4.29		mpx.; 1,44		max.: 8,16	

II. PERIODE

Im Dunkeln gehaltene Tiere: NH_3 mgr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	NH_3 mgr	Tag	NH_3 mgr	Tag	NH_3 mgr
1—4	4 87	1—4	2,71	1—4	26,12
5—8	15,80	5—8	1,39	5—8	44,27
9—12	15,25	9—12	1,10	9—12	30,67
13—16	19,71	13—16	1,47	13—16	19,44
min.: 2,17		min.: 0,25		min.: 3 63	
Mittelwert: 13,90		Mittelwert: 1,67		Mittelwert: 30,12	
max.: 60,88		max.: 5,78		max.: 46,41	

III. PERIODE

Im Hellen gehaltene Tiere: NH_3 mgr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	NH_3 mgr	Tag	NH_3 mgr	Tag	NH_3 mgr
1—4	1,56	1—4	1,31	1—4	26,88
5—8	2,74	5—8	4,47	5—8	15,99
		9—12	2,12		
	min.: 1,45 Mittelwert: 2,15 max: 3,17		min.: 1,06 Mittelwert: 2,63 max.: 14,68		min.: 6,85 Mittelwert: 21,43 max.: 79,05

IV. PERIODE

Im Dunkeln gehaltene Tiere: NH_3 mgr im Harn

I Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	NH_3 mgr	Tag	NH_3 mgr	Tag	NH_3 mgr
1—4	14,44	1—4	2,20	1—4	31,17
5—8	12,24	5—8	2,53	5—8	6,89
9—12	12,55			9—12	61,91
				13—15	11,35
	min.: 3,18 Mittelwert: 13,07 max: 23,97		min.: 1,14 Mittelwert: 2,36 max.: 5.32		min.: 2,76 Mittelwert: 27,83 max.: 5,74

I. PERIODE

Im Hellen gehaltene Tiere: Cl mgr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	Cl mgr	Täg	Cl mgr	Tag	Cl mgr
1— 4	27	1— 4	21	1— 4	18
5— 8	9,1	5— 8	10	5— 8	15
9—12	10,6	9—12	10	9—12	34
13—16	5,7	13—16	9	13—16	27
17—20	11	17—20	16	17—20	11
21—24	18	21—23	18	21—24	84
25—27	12				
	min.: 4		min.: 5		min.: 11
	Mittelwert: 13,3		Mittelwert,: 14,5		Mtttelwert.: 31
	max.:59		max.: 46		max.; 92

II. PERIODE

Im Dunkeln gehaltene Tiere: Cl mgr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	Cl mgr	Tag	Cl mgr	Tag	Cl mgr
1—4	26	1—4	20	1—4	32
5—8	15	5—8	13	5—8	23
9—12	18	9—12	13	9—12	31
13—16	17	13—16	11	13—16	31
		17—19	17	17—20	35
	min.: 10		min.: 8		min.: 18
	Mittelwert: 19		Mittelwert: 14,8		Mittelwert: 30
	max.: 58		max : 30		max.: 49

I. PERIODE

Im Hellen gehaltene Tiere: N gr im Harn in toto

I Tier		II. Tier		III, Tier	
Tag	N gr	Tag	N gr	Tag	N gr
1— 4	0,438	1— 4	0,465	1— 4	0,441
5— 8	0,610	5— 8	0,668	5— 8	0,562
9—12	0,416	9—12	0,505	9—12	0,685
13—16	0,238	13—16	0,575	12—16	1,432
17—20	0,421	17—20	0,398	17—20	0,947
21—24	0,345	21—24	0,435	21—24	0,945
25—28	0,463	25—28	0,614		
min.:	0,139	min.:	0,165	min.:	0,104
Mittelwert:	0,418	Mittelwert:	0,522	Mittelwert:	0,618
max:	0,856	max.:	0,810	max.:	2,057

II. PERIODE

Im Dunkeln gehaltene Tiere: N gr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	Ngr	Tag	Ngr	Tag	Ngr
1—4	0,617	1—4	0,755	1—4	0,530
5—8	0,628	5—8	0,656	5—8	1,166
9—12	0,730	9—12	0,657	9—12	1,019
13—18	0,466	13—16	0,382	13—17	1,186
		17—20	0,606		
min.:	0,474	min.:	0,400	min:	0,593
Mittelwert:	0,448	Mittelwert:	0,611	Mittelwert:	0,975
max.:	0,920	max.:	1,260	max.:	1,482

III. PERIODE

Im Hellen gehaltene Tiere: N gr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	Ngr	Tag	Ngr	Tag	Ngr
1—4	0,487	1—4	0,545	1—4	0,836
5—8	0,647	5—8	0,613	5—8	0,862
		9—12	0,948	9—12	0,774
				13—16	0,985
min.	0,346	min.	0,296	min.	0,615
Mittelwert:	0,567	Mittelwert:	0,702	Mittelwert.	0,864
max.:	1,225	max:	1,447	max.:	1,355

IV. PERIODE

Im Dunkeln gehaltene Tiere: N gr im Harn

I. Tier		II. Tier		III. Tier	
Tag	Ngr	Tag	Ngr	Tag	Ngr
1—4	0,660	1—4	0,383	1—4	0,901
5—8	0,430	5—8	0,816	5—8	0,958
9—12	0,516	9—11	0,456	9—12	0,734
13—16	0,466			13—16	1,315
min.:	0,348	min.:	0,293	min.	0,416
Mittelwert:	0,518	Mittelwert:	0,551	Mittelwert:	0,977
max.:	0,948	max,:	1,714	max.:	1,608

I. PERIODE	III. PERIODE	
NH_3 mgr im Harn Im Hellen gehaltene Tiere		
I. Tier	III. Tier	III. Tier
1,22	2,55	79,05
1,22	1,01	14,79
4,24	1,02	
1,58	7,59	21,42
1,58	3,91	19,70
1,58	3,91	51,00
1,63	20,06	21,96
1,36	16,32	21,96
1,70	3,36	
2,04	3,36	

II. u. IV. Periode	
NH_3 mgr im Harn Im Dunkeln gehaltene Tiere	
III. Tier	
3,13	1,86
3,13	1,86
17,00	1,86
30,19	232,56
30,19	5,74
17,25	6,12
	14,00
	13,94

I. Periode	
N gr im Harn Im Hellen gehaltene Tiere	
I. Tier	III. Tier
0,728	1,032
0,842	0,702
0,952	1,999
0,476	1,782
0,648	1,347
0,819	1,050
1,036	0,697
0,976	2,400
	0,615

I. u. II Periode	
N gr im Harn Im Dunkeln gehaltene Tiere	
III. Tier	III. Tier
1,921	1,052
1,826	1,052
1,482	0,833
1,482	1,608
1,140	0,928
	1,487
	1,237
	1,120

ZUSAMMENFASSUNG:

1) Die Harnausscheidung bei Kaninchen ist im Dunkeln grösser als bei Tageslicht,

2) Der NH_3-Gehalt des Harns ist von der Belichtung deutlich abhängig und zwar fällt er mit der Belichtung.

Cl- und N-Gehalt des Harns sind von Belichtung unabhängig, Wir konnten somit in Bezug auf die N-Ausscheidung die Ergebnisse Graffenberger's bestätigen.

Zum Schluss sei auch an dieser Stelle Herrn Prof. Egger für die Ueberlassung des Materials der Poliklinik und Herrn Prof, Dr. A. Gigon mein verbindlichster Dank für die allzeit freundliche Unterstützung meiner Arbeiten ausgesprochen.

Literatur

1. **Moleschott, Jac.** Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Menge der vom Tierkörper aussgeschiedenen Kohlensäure.
Wiener Med. Wochenschrift, No. 43. 1885.

2. **Fubini, S.** Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Kohlensäureausscheidung bei den Batrachiern nach Wegnahme der Lungen.
Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre d. Menschen u. d. Tiere, Bd. 12, (1881),S.103-110

3. **Moleschott, Jac. & Fubini S.** Ueber den Einfluss gemischten und farbigen Lichtes auf die Ausscheidung der Kohlensäure bei Tieren.
Moleschott's untersuchungen zur Naturlehre d. Menschen u. Tiere. Bd. 12 (1881). S. 266-428.

4. **Speck** Untersuchung über den Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel.
Archiv. f. experim. Pathologier, Bd. 12 S. 1-32

5. **Graffenberger, F.** Versuche über die Veränderungen, welche der Abschluss des Lichtes in der chemischen Zusammensetzung des tierischen Organismus u. dessen N-Umsatz hervorruft.
Archiv für die gesamte Physiologie, 53 Pflüger

6. **Achelis, J.** Ueber die Umstimmung des peripheren motorischen Nerven
Pflüger's Archiv, 219, 411. 1928.